

ANWENDERHANDBUCH
FLARM KOLLISIONSWARNGERÄT

Stand
Handbuch Version 1.00D (29. Juli 2004)
Firmware Version 1.00 (29. Juli 2004)

Sonneggstrasse 64, CH-8006 Zürich
www.flarm.com
info@flarm.com

1. Willkommen bei den FLARM-Nutzern

Herzlichen Dank für den Erwerb von FLARM, einem modernen und kostengünstigen Kollisionswarngerät für die Kleinfliegerei. FLARM ist so konzipiert, dass es den Piloten in seiner Luftraumbeobachtung zusätzlich unterstützt. FLARM ist einfach in der Anwendung, sodass der Pilot von seiner Arbeit nicht abgelenkt wird. Für die rasche Inbetriebnahme beachte man *alle* mit dem 💡 –Symbol gekennzeichneten Punkte.



FLARM ist allerdings nicht in der Lage, immer zuverlässig zu warnen. FLARM erteilt keine Ausweichvorschläge. FLARM kann nur vor Flugzeugen warnen, die mit FLARM oder einem kompatiblen Gerät ausgerüstet sind. **Die Benutzung von FLARM erlaubt unter keinen Umständen eine veränderte Flugtaktik.**



Fliegen ist eine schöne Tätigkeit, die aber auch mit Risiken verbunden ist. Wir hoffen, dass kein FLARM-Pilot an einer Kollision beteiligt ist. Für einen sicheren Betrieb von FLARM ist es jedoch zwingend, die Risiken, Betriebsbedingungen und -einschränkungen von FLARM zu kennen. **Der Betrieb von FLARM erfolgt in der *alleinigen und ausschliesslichen Verantwortung* des jeweiligen Piloten. FLARM Technology übernimmt keine Haftung.**

Bei FLARM handelt es sich um eine Technologie, welche erstmals in der Fliegerei eingesetzt wird und zu welcher bisher keine Erfahrungswerte bestehen. Mit zunehmender Verbreitung und Erfahrung wird das System weiterentwickelt werden. Wir nehmen Rückmeldungen, Erfahrungsberichte und Verbesserungsvorschläge gerne entgegen, um FLARM zu verbessern.

Die aktuellste Version dieses Handbuchs kann auf der Webseite www.flarm.com bezogen werden. Folgende Dokumente für Spezialanwendungen sind derzeit verfügbar:

- Verwendung abgesetzter Fronten
- Intercom-Schnittstelle für Headset-Anwendung
- Beschreibung der Fehlercodes
- FLARM NMEA-0183 Erweiterungen (Zusatz von Verkehrsinformationen)
- Funk-Kommunikationsprotokoll zum Bau kompatibler Geräte

Ebenso wird auf dieser Webseite mitgeteilt, wenn neue Firmware-Versionen bzw. neue Funktionalitäten verfügbar sind. Wenn du dich auf der Mailing-Liste einträgst, wirst du aktiv von Änderungen orientiert.

2. Funktionsweise

FLARM bezieht Positions- und Bewegungsinformationen vom integrierten GPS. Der zukünftige Flugweg wird vorausberechnet und über Funk als digitale Meldung verbreitet. Gleichzeitig werden diese Meldungen anderer FLARM-Geräte innerhalb der Reichweite empfangen und mit dem prognostizierten eigenen Flugweg verglichen. Ebenfalls wird der eigene Flugweg mit den gespeicherten festen Hindernissen verglichen. Falls dabei eine gefährliche Annäherung festgestellt wird, dann warnt FLARM den Piloten vor dem gemäss Berechnung aktuell gefährlichsten Objekt. Die GPS- und Kollisionsangaben sind zusätzlich über einen seriellen Datenausgang zur Verwendung für Drittgeräte (z.B. PDA) verfügbar.

3. Einschalten

FLARM ist immer eingeschaltet, wenn eine ausreichende Betriebsspannung anliegt. Beim Einschalten wird ein Selbsttest durchgeführt.

Danach wird während einer Sekunde die aktuelle Firmware-Version dargestellt. LED0 bis LED3 stellen dabei die binäre Vorkommaversion („major version“), LED4 bis LED9 die binäre Nachkommaversion („minor version“) dar.

Wenn im Selbsttest ein Fehler erkannt wird, dann blinken danach abwechslungsweise LED0 und LED1. Die anderen LED2 bis LED9 zeigen den binären Fehlercode dar. Details dazu sind unter www.flarm.com zu finden. Aus Sicherheitsgründen startet FLARM nicht, wenn ein Fehler im Selbsttest vorliegt.

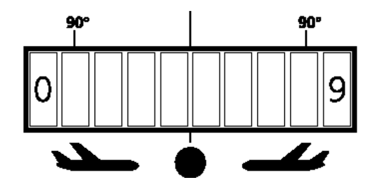


Die aktuelle Firmware-Version ist nur bis Ende Februar 2005 lauffähig. Wir wollen damit sicherstellen, dass vor März 2005 zwingend eine neue Version der Firmware eingespielt werden muss, die dem bis dahin definitiven Funkkommunikations-Standard für solche Geräte entspricht. Zudem werden weitere Funktionen integriert. Dieses Update wird kostenlos verfügbar sein und kann durch den Piloten selbst eingespielt werden.

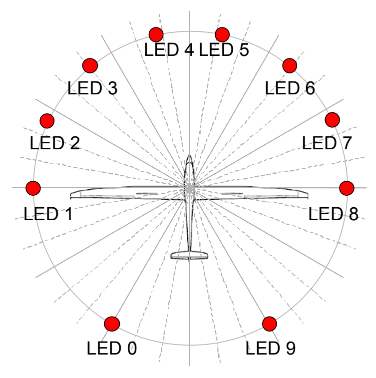
4. Warnung vor Flugzeugen

Die roten Leuchtdioden (LED) decken je einen Teil des Luftraums um das Flugzeug ab.

Zur raschen Erkennung ist in der Mitte der LED's (zwischen LED4 und LED5) auf beiden Seiten ein weisser Strich angefügt. Ebenso ist oberhalb der LED1 und LED8 eine weisse Markierung mit dem Hinweis „90°" angebracht.



- LED0 ~210° Quadrant hinten links (siehe untere Darstellung)
- LED1 270° ganz-links bzw. 9 Uhr Position
- LED2 296° links bzw. ca. 10 Uhr Position
- LED3 321° links bzw. ca. 10-11 Uhr Position
- LED4 347° vorne-links bzw. 11-12 Uhr Position
- LED5 13° vorne-rechts bzw. 12-1 Uhr Position
- LED6 39° rechts bzw. ca. 1-2 Uhr Position
- LED7 64° rechts bzw. ca. 2 Uhr Position
- LED8 90° ganz-rechts bzw. 3 Uhr Position
- LED9 ~150° Quadrant hinten rechts (siehe untere Darstellung)



Es leuchtet jeweils diejenige LED, welche die Richtung zur aktuellen Position des gefährlichsten Flugzeugs relativ zur eigenen Bewegungsrichtung am besten abdeckt. Die Anzeige wird jede Sekunde aktualisiert. Die relative Höhe zum anderen Flugzeug wird nicht dargestellt. Gleichzeitig mit der optischen Warnung erfolgt eine akustische Warnung (Piepsen). Die Vorwarnzeit ist generell kurz gehalten.

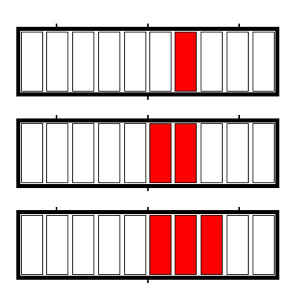
Gefahr von vorne oder von der Seite

Wenn sich das gefährliche Flugzeug vor mir oder seitlich, aber nicht hinter mir befindet, dann zeigt die Darstellung auch die Gefährdung. Bei mässiger Gefahr leuchtet eine Leuchtdiode, bei mittlerer Gefahr leuchten zwei und bei unmittelbarer Gefahr drei Leuchtdioden. Massgebliche Richtung ist das Zentrum der leuchtenden Fläche.

Mässige Gefährdung aus 1 bis 2 Uhr

Mittlere Gefährdung aus 1 Uhr

Unmittelbare Gefährdung aus 1 bis 2 Uhr

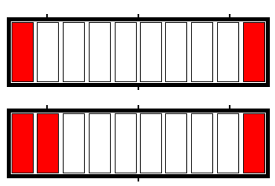


Gefahr von hinten

Wenn sich das gefährliche Flugzeug hinter mir befindet, dann zeigt die Darstellung *keine* Gefährdungsintensität.

Gefährdung von hinten aus 5 bis 7 Uhr

Gefährdung von hinten links aus 8 bis 7 Uhr.

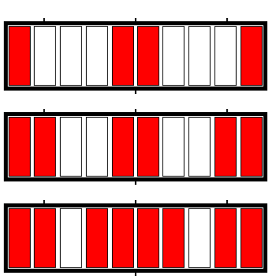


5. Warnung vor Hindernissen



Die aktuelle 3D-Hindernisdatenbank – wenn eingelesen – umfasst über 21'000 Objektpunkte von über 7'000 Objekten in der Schweiz. Sie ist werkseitig in FLARM vorhanden. Die Objekte entsprechen den Luftfahrthinderniskarten sowie der ICAO-, GLDK- und Anflugkarten mit Stand 13. Januar 2004. **Die Verantwortung über die Benützung dieser Daten liegt ausschliesslich beim Benützer.**

Bei festen Hindernissen werden die nachfolgenden Warnungen dargestellt, wobei sich das Objekt immer in etwa in der Bewegungsrichtung des Flugzeugs befindet. Die Gefährdungsintensität ist davon abhängig, wann das Objekt erreicht wird („time to impact“). Bei Seilen und Leitungen erfolgt auch dann eine Warnung, wenn das Objekt in der Prognose unterflogen werden wird. Gleichzeitig mit der optischen Warnung erfolgt eine akustische Warnung (Piepsen). Die Vorwarnzeit ist generell kurz gehalten.

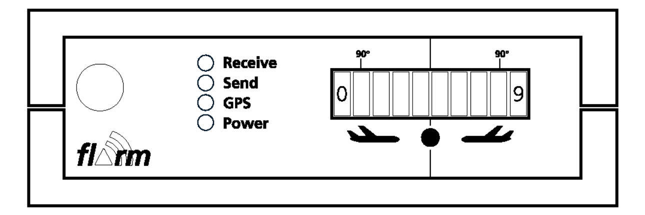


Mässige Gefährdung
(ca. mehr als 10 Sekunden bis zur Kollision)

Mittlere Gefährdung

Unmittelbare Gefährdung
(ca. nur wenige Sekunden bis Kollision)

6. Frontseite und Bedienung

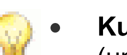


Drucktaster 4 grüne LED 10 rote LED

Die dunkelgraue Frontseite umfasst einen Drucktaster, vier grüne Status-Leuchtdioden (LED) und zehn intensivrote Kollisionswarn-LED.

Funktionsweise Taster:





- **Kurzes Drücken** (< 0.5 s) ändert die Lautstärke von <*laut*> auf <*mittel*> auf <*leise*> auf <*deaktiviert*> (und wieder <*laut*>). Jedes Drücken ändert die Lautstärke. Es erfolgt eine kurze akustische Quittierung des Drückens in der neuen Lautstärke.



- **Längeres Drücken** (2 s) unterdrückt die optische und akustische Warnung für fünf Minuten. Die Aktivierung wird mit einer absteigenden Tonfolge quittiert. Erneutes längeres Drücken wird mit einer aufsteigenden Tonfolge quittiert und beendet die Warnunterdrückung vorzeitig. Die Warnunterdrückung hat keine Auswirkung auf die Ausstrahlung der eigenen Position.
- **Langes Drücken** (mind. 10 s) macht FLARM einen Neustart. Dieser Vorgang wird nicht quittiert. Falls FLARM offensichtlich ein Fehlverhalten zeigt, ist ein Neustart empfohlen.



- **Sehr langes Drücken** (mind. 20 s) konfiguriert FLARM auf die Standardkonfiguration[1]. Dabei gehen sämtliche benützerseitigen Konfigurationen verloren. Dieser Vorgang wird nicht quittiert.

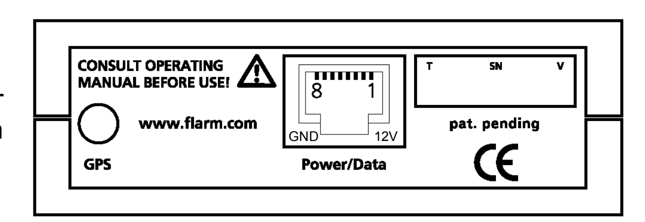
Funktionsweise Status-LED (normaler Betriebszustand <u>unterstrichen</u>):

- **Receive**: <u>Leuchtet bei Empfang anderer Geräte konstant, ist ansonsten abgestellt.</u> Falls die Warnung temporär unterdrückt wird (siehe oben), dann blinkt die LED. Empfangen bedingt GPS-Empfang.
- **Send**: <u>Blinkt im Betrieb einmal pro Sekunde kurz auf, wenn die eigene Meldung verschickt wird.</u> Senden bedingt GPS-Empfang. Wenn die Konfiguration ortsabhängig das Senden unterdrückt (z.B. ausserhalb der Schweiz), ist die LED dunkel.
- **GPS**: <u>Leuchtet im Betrieb konstant, einmal pro Sekunde kurz unterbrochen.</u> Wenn die LED konstant abgeschaltet ist und einmal pro Sekunde aufblinkt, dann besteht kein GPS-Empfang. Beim Einschalten kann dieser Zustand einige Minuten dauern.
- **Power**: <u>Leuchtet im Betrieb konstant.</u> Wenn die LED blinkt, dann ist Betriebsspannung unter 8 VDC, FLARM arbeitet dann nicht.



[1] Die Standardkonfiguration unterscheidet sich von der werkseitigen Konfiguration dadurch, dass FLARM bei der Standardkonfiguration auch ausserhalb der Schweiz sendet. Es obliegt dem Piloten zu entscheiden, ob er vor der erstmaligen Verwendung diese Neukonfiguration vornehmen will, damit FLARM auch ausserhalb der Schweiz senden kann.

7. Rückseite und Anschlüsse



Die rote Rückseite umfasst einen MCX-Anschluss für eine aktive GPS-Antenne, eine RJ45-Buchse für Strom und Daten sowie die Seriennummer.

Strom und Daten

An der 8-poligen RJ45-Buchse können 8- oder 6-polige Stecker eingesteckt und verriegelt werden. Die Belegung der Pins entspricht weitgehend[2] den „IGC GNSS FR Specifications“[3], sodass der Betrieb im Flugzeug und am Boden mit derselben Verkabelung möglich ist, wie sie für moderne IGC-konforme Flugschreiber („Logger“) verwendet wird. Massgebend ist die Reihenfolge (von rechts nach links), nicht die Nummerierung[4]:

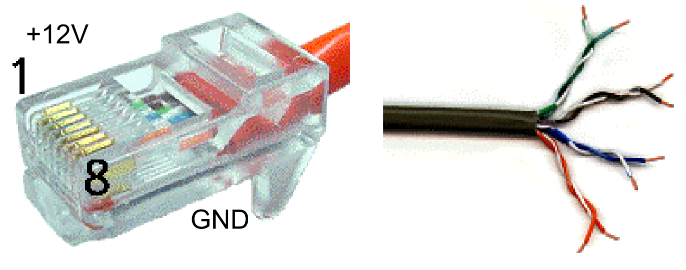
1. +8 bis +26 VDC (empfohlen 12 VDC), mit Pin 2 geräteseitig verbunden
2. +8 bis +26 VDC (empfohlen 12 VDC), mit Pin 1 geräteseitig verbunden
3. *nicht belegt* (FLARM liefert +3 VDC, dafür ist Jumperkonfiguration[5] notwendig)
4. GND, mit Pin 7 und 8 geräteseitig verbunden
5. TX = FLARM sendet Daten (PC-seitig auf SUB-D9 Pin 2 zu leiten)
6. RX = FLARM empfängt Daten (PC-seitig auf SUB-D9 Pin 3 zu leiten)
7. GND, mit Pin 8 geräteseitig verbunden (PC-seitig auf SUB-D9 Pin 5 zu leiten)
8. GND, mit Pin 7 geräteseitig verbunden



Im Flugbetrieb müssen mindestens Pins 2 und 7 angeschlossen werden. Hierfür sind 8- oder 6-polige Flachbandkabel mit einem RJ45-Pressstecker oder 8-polige Twisted-Pair Patchkabel mit angebrachtem RJ45-Stecker gleichermassen geeignet. Solche Patchkabel mit einseitig offenem Ende werden mit FLARM mitgeliefert und müssen an die individuell unterschiedlichen Bordstecker konfiguriert werden.



Auf die korrekte Polung ist trotz vorhandenem Verpolschutz zu achten. Es muss eine direkte galvanische Verbindung zum Bordakku bestehen. Hierzu müssen am transparenten Stecker die Farbcodes der Kabel festgestellt werden, damit das offene Kabelende korrekt konfiguriert wird. Bei Patchkabeln sind benachbarte Drähte der Pin 1/2, 3/4, 5/6 und 7/8 zusammen verdrillt. Jedes Paar verfügt jeweils über dieselbe Farbe, wobei eines der beiden die Farbe mit weiss abwechselt.



Stecker mit Pinnummern, Lasche nach unten

Offenes Ende Patchkabel

Pin 5 sendet standardmässig die wichtigsten NMEA-0183 Version 2.0 kompatible Meldungen GPGGA und GPRMC mit einer Rate von 19.2 kBaud. Weitere standardkonforme, aber proprietäre Meldungen vom Typ PFLA*x* werden für Drittanwendungen (z.B. Moving-Maps auf PDA) bereitgestellt. Diese sind in einem separaten Dokument beschrieben. Ebenfalls ist darin beschrieben, wie FLARM softwaremässig konfiguriert werden kann.

GPS-Antenne



Für Betrieb muss die externe GPS-Antenne angeschlossen sein. Die Antenne soll so platziert werden, dass sie eine weitgehend ungehinderte Himmelssicht aufweist. Über oder unmittelbar neben der Antenne sollen keine elektrisch leitenden Flächen (Metall, Kohlefaser) vorhanden sein. Idealerweise wird die Antenne auf dem Instrumentenpilz platziert. Leitende Flächen unterhalb der Antenne können deren Funktionsweise positiv beeinflussen. Die Antenne selbst ist magnetisch. Eine zusätzliche Befestigung ist dennoch notwendig.

Die Antenne darf den Kompass nicht stören. Wenn verschiedene GPS-Antennen vorhanden sind, dann wird empfohlen, mindestens 25 cm Abstand einzuhalten.

Seriennummer

Massgebend sind die vier unterstrichenen Ziffern.

4-10 / 1.0
042891-**XXXX**

[2] Pin 3 und 4 sind gemäss IGC-Spezifikation für andere Anwendungen freizuhalten.
[3] Kapitel 2.7.2.2.7.2, http://www.fai.org/gliding/gnss/tech_spec_gnss.pdf
[4] FLARM verwendet die PIN-Nummerierung gemäss IGC. Die ansonsten übliche Nummerierung ist seitenverkehrt.
[5] Jumper muss Pin 12 und 14 auf dem PCB verbinden. Dieser Jumper ist so bei der werkseitigen Auslieferung angebracht.

8. Oberseite, Funkantenne und Tongeber



In der Mitte befindet sich eine Öffnung, in welche die 86 mm lange λ/4 Funkantenne aufgeschraubt wird. **Diese Antenne ist für den Betrieb erforderlich**. Das Ein- und Ausschrauben der Antenne muss sorgfältig geschehen. Alternativ muss das Gehäuse geöffnet werden.

Die Antenne muss so platziert sein, dass eine weitgehend ungehinderte Abstrahlung vor allem nach vorne und zu den Seiten hin möglich ist. Über oder unmittelbar neben der Antenne sollen keine elektrisch leitenden Flächen (Metall, Kohlefaser) vorhanden sein. Idealerweise wird FLARM auf dem Instrumentenpilz oder seitlich an der Cockpitwand angebracht. Nach erfolgtem Einbau ist zu überprüfen, dass keine mechanischen oder elektrischen Geräte beeinflusst werden.

Es sind Löcher im Gehäuse angebracht, um die Schallübertragung des internen Tongebers zu verbessern. Sie sollen nicht überklebt werden.

Das Gehäuse ist nach oben nicht dicht geschlossen. Das Eindringen von festen Teilen oder Flüssigkeiten ist zu verhindern. Sollte das Gerät nass werden, so ist vor der erneuten Inbetriebnahme eine vollständige Trocknung sicherzustellen. Das Gehäuse darf nur mit einem feuchten Lappen ohne Zugabe von Reinigungsmitteln gereinigt werden.

Das zwecks Reduktion der Blendwirkung schwarz gehaltene Gehäuse ist im sonnenexponierten Betrieb bis 80 °C getestet worden. Eine starke Erwärmung ist – soweit möglich – zu vermeiden.

9. Unterseite und Befestigung

FLARM muss so befestigt sein, dass der Pilot die Anzeigen ablesen, den Tongeber hören und den Taster bedienen kann. FLARM darf den Piloten in der Flugführung nicht behindern.



Auf der Unterseite sind zwei Gewinde angebracht, sodass FLARM mit einer M5-Schraube (maximal 15 mm lang) einfach befestigt werden kann. Dieses Gewinde entspricht den Fotohalterungen, wie sie in vielen Flugzeugen vorhanden sind.



Das Gehäuse kann auch über die mitgelieferten DualLock™ mehrfach lösbar befestigt werden. Zwei selbstklebende 25x25 mm Stücke liegen der Lieferung bei. Wir empfehlen, diese Ausschnitte zusätzlich mit einer Schere zu teilen.

Auf der Unterseite befinden sich zudem zwei Schrauben, welche die Gehäusehälften zusammenschrauben. Diese Schrauben dürfen nur wenig angezogen werden.

10. Technische Daten

Die folgenden Daten sind ohne Gewähr und können jederzeit geändert werden:

Höhe:	*25 mm Gehäuse (ohne Funk-Antenne)* *98 mm Gesamthöhe (mit interner Funk-Antenne)*
Breite:	*75 mm*
Länge:	*110 mm Gehäuse (ohne Kabelanschlüsse)* *118 mm Gesamtlänge* *(inkl. Taster, ohne Kabelanschlüsse)*
Gewicht:	*ca. 130 g* *(mit Funk-Antenne, ohne Kabel, ohne GPS-Antenne)*
Stromversorgung:	*externe Spannungsquelle mit 8.0 bis 26.0 VDC über RJ45, empfohlener Wert 12 VDC, direkte galvanische Verbindung zu Bordakku vorgeschrieben, Absicherung mit 500 mA empfohlen*
Stromaufnahme:	*typisch ca. 52 mA bei 12 VDC, ca. 35 mA bei 24 VDC gemessen im Normalbetrieb ohne Kollisionswarnung* *bei Kollisionswarnung verdoppeln sich diese Werte in etwa*
Serielle Daten:	*bidirektional RS232,* *kompatibel zu NMEA-0183 Version 2.0* *wahlweise 4.8, 9.6 und 19.2 kBaud,* *Standardmeldungen GPRMC, GPGGA* *Zusätzliche NMEA-konforme proprietäre Meldungen PFLA (Beschreibung in separatem Dokument)*
GPS:	*16-Kanal WAAS/EGNOS-kompatible GPS-Engine* *externe Aktiv-Antenne, MCX-Anschluss, 3.3V*
Funk:	*SRD-Band 868.0 bis 868.6 MHz* *weniger als 1 % Duty Cycle* *Pulsspitzenleistung horizontal 10 mW (ERP)* *interne λ/4 Antenne (geschraubt auf SMA-Stecker)* *Reichweite bis zu 1.6 km* *abhängig von Antenne und Einbau* *konfigurierbare Sendebeschränkung auf die Schweiz*
BAKOM:	*Bewilligung datiert vom 20. April 2004* *lizenzfreie luftgestützte Verwendung in der Schweiz* *maximal 2.5 mW vertikale Abstrahlung nach unten*
Funk-Konformität:	*EN 300 220-3: 2000 (Class 3 SRD-Device)* *nachgewiesen durch Ascom Systec AG, Hombrechtikon*
EMC-Konformität:	*EN 301 489-3:2002-08* *nachgewiesen durch Ascom Systec AG, Hombrechtikon*
CE	*FLARM erfüllt die Anforderungen zur Kennzeichnung mit dem CE-Zeichen*
Vibrationen:	*Verwendung in stark vibrierender Umgebung muss im Einzelfall abgeklärt werden*
Herstellungsland:	*Schweiz*



11. Konzeptbedingte Einschränkungen

Die Warnung vor anderen beweglichen Objekten bedingt, dass diese ebenfalls mit FLARM oder einem dazu kompatiblen Gerät ausgestattet sind. FLARM kommuniziert *nicht* mit Transpondern Mode A/C/S und wird deshalb von ACAS/TCAS nicht erfasst.

Kompatible Geräte müssen innerhalb der Reichweite liegen. Diese Reichweite wird durch Art, Einbau und Lage der Funk-Antennen sowie der gegenseitigen Konstellation der beiden Flugzeuge wesentlich beeinflusst. Die internen Antennen erlauben unter optimalen Bedingungen eine Reichweite von ca. 1.6 km. Diese Reichweite ist für die Kleinaviatik meist ausreichend. Funkmeldungen können ausschliesslich über eine *Sichtverbindung* empfangen werden, auf gegenüberliegenden Hangseiten desselben Hangs besteht keine Verbindung.

FLARM muss die eigene *aktuelle* Position kennen. Deshalb funktioniert FLARM nur dann, wenn guter GPS-Empfang herrscht. Der GPS-Empfang wird durch Einbau und Lage der GPS-Antenne sowie die Lage des Flugzeugs wesentlich beeinflusst. Insbesondere im Kurvenflug, in Hangnähe sowie in bekannten Störgebieten kann die Signalqualität von GPS reduziert sein, im besonderen wird die Höhenberechnung beeinflusst. FLARM nimmt sofort wieder den Betrieb auf, wenn die GPS-Qualität ausreicht.

Die Bewegungen, welche durch das GPS erfasst werden, beziehen sich auf ein *bodenfestes* Koordinatensystem. Bei starkem Wind weichen Flugzeugausrichtung (Heading) und Bewegungsrichtung (Track) voneinander ab, was die flugzeugbezogene Gefahrendarstellung beeinflusst.

FLARM berechnet den *eigenen* Flugweg über bis zu einer halben Minute voraus. Diese Prognose basiert auf unmittelbar vergangenen und aktuellen Positions- und Bewegungsdaten sowie einem Bewegungsmodell, welches *für den jeweiligen Anwender optimiert* ist. Diese Prognose ist mit Unsicherheiten behaftet, die mit der Prognosezeit zunehmen. Es ist nicht gewährleistet, dass sich Flugzeuge effektiv dem prognostizierten Flugweg entlang bewegen. Aus diesem Grund kann die Warnung nicht in jedem Fall zutreffen. Prognosen über mehr als eine halbe Minute sind in der Kleinfliegerei *unbrauchbar*. Dies trifft im besonderen für Segelflugzeuge, Hängegleiter und Fallschirmspringer zu. Aus diesem Grund ist auch die Funkreichweite ausreichend.

Warnungen erfolgen relativ *kurzfristig*, d.h. im Bereich von wenigen Sekunden bis maximal einer halben Minute vor der grössten Annäherung. Die Warnintensität (Tonhöhe und Strichbreite) zeigt die Gefährdung („Time to impact“), nicht die Distanz dar. FLARM spricht nur dann eine Warnung aus, wenn die Berechnung eine *erhebliche* Gefährdung prognostiziert. Deshalb ist es üblich, dass trotz Empfang keine Meldung über andere Flugzeuge ausgesprochen wird. Entgegen anderen Systemen warnt FLARM nie unselektiv, wenn ein anderes Objekt in einen grosszügig bemessenen Raum um das Flugzeug herum einfliegt.

Wenn mehrere bewegliche oder feste Objekte in Reichweite sind, dann entscheidet sich FLARM für *das gemäss dem Berechnungsalgorithmus gefährlichste Objekt* und warnt ausschliesslich vor diesem. Der Pilot kann diese Warnung nicht bestätigen. Er kann sich auch nicht andere Objekte darstellen lassen. Es ist trotz der Warnung vor nur einem Objekt möglich, dass mehrere Objekte gleichzeitig eine grosse Gefahr darstellen, oder sogar effektiv gefährlicher sind als das Objekt, vor welchem gewarnt wird. Wenn gleichzeitig eine Gefährdung vor beweglichen und festen Objekten festgestellt wird, dann wird vor der Gefahr mit dem kürzeren „Time to Impact“ bei ähnlichem Minimalabstand gewarnt.

FLARM zeigt an, wo sich das gefährliche bewegliche Objekt in Bewegungsrichtung aktuell befindet, *ohne die relative Höhe* anzuzeigen. Bei Hindernissen erfolgt keine Richtungsangabe. FLARM zeigt weder an, wo die grösste Annäherung geschieht noch wie ausgewichen werden soll. Ob und welches Ausweichmanöver notwendig ist, liegt in der alleinigen Verantwortung des Piloten. Er hat dabei insbesondere die Ausweichregeln zu beachten sowie sicherzustellen, dass durch das Ausweichen keine andere Gefährdung entsteht. Ausweichregeln entbinden Piloten in keiner Weise davon, alles mögliche zu tun, um einen Flug sicher abwickeln zu können. Rechtsausweichen stellt erfahrungsgemäss nicht in jedem Fall die sicherste Reaktion dar.

Abhängig von der aktuellen Flugphase verwendet FLARM unterschiedliche Prognoseverfahren, Bewegungsmodelle und Warnberechnungen, um den Piloten bestmöglichst zu unterstützen und geringmöglichst abzulenken. Beispielsweise ist beim Kreisen eines Segelflugzeugs die Empfindlichkeit deutlich reduziert. Diese Modelle und Verfahren wurden optimiert, stellen aber immer einen Kompromiss dar. Aus Sicht des Piloten werden diese Modelle *Fehlalarme* erzeugen, d.h. entweder warnt das Gerät nicht vor der subjektiv als gefährlichste eingeschätzte Situation (oder überhaupt nicht) oder es warnt vor einer Situation, die subjektiv nicht als gefährlich wahrgenommen wird.

Die Warnung vor Hindernissen (Kabeln, Antennen, Leitungen) bedingt, dass diese in FLARM mit den *korrekten* Daten erfasst sind. Vor Objekten, die nicht oder fehlerhaft erfasst sind, kann nicht gewarnt werden. Keine Datenbank ist absolut vollständig, aktuell und korrekt. Zudem ist es nicht möglich, sämtliche Hindernisse weltweit gleichzeitig in FLARM zu speichern, selbst wenn diese erfasst wären. Erfasste Hindernisse sind meist Vereinfachungen unterworfen, z.B. geht FLARM davon aus, dass Stromleitungen ohne Durchhang hängen. Ebenso sind z.B. bei Seilbahnen in der Regel nicht alle Zwischenmasten erfasst. In FLARM ist das Gelände nicht erfasst. Entsprechende Warnungen können nicht erfolgen.

Anwender von Drittgeräten, welche Daten von FLARM beziehen, müssen berücksichtigen, dass *barometrische* Höhendaten nicht vorliegen. Die verfügbaren Koordinaten beziehen sich auf das WGS84-Ellipsoid. Die Höhendaten beziehen sich auf das Ellipsoid und nicht das Geoid, sind also nicht über Meereshöhe.

Das verwendete Funkverbindungsprotokoll stellt sicher, dass die Zahl von Geräten, die gleichzeitig innerhalb der Reichweite liegt, grundsätzlich *nicht limitiert* ist. Eine zunehmende Zahl von Geräten in Reichweite führt dafür aber zu einer Reduktion der Wahrscheinlichkeit, dass eine einzelne Meldung empfangen werden kann („graceful degradation“). Die Wahrscheinlichkeit, dass Folgemeldungen desselben Senders auch nicht empfangen werden, ist dadurch nur geringfügig reduziert.

Der Sender hat *keine* Kontrolle darüber, was ein Empfänger mit den empfangenen Daten macht. Es ist grundsätzlich möglich, dass diese Daten gespeichert werden. Damit ist eine Vielzahl von Möglichkeiten gegeben, die teilweise im Interesse des Piloten liegen (z.B. automatische Startlisten, Flugtracking, Last Position Recovery), die aber auch gegen ihn verwendet werden können (z.B. Nachfliegen, Luftraum- und Höhenverletzungen, Verhalten bei Kollisionen). FLARM versendet mit jeder Mitteilung eine Identifikation. Der Pilot kann – auch wenn wir dies nicht empfehlen – das Gerät so konfigurieren, dass diese ID zufällig erzeugt wird und minütlich ändert, so dass eine andauernde Nachverfolgung erschwert ist.



12. Zusätzliche Betriebseinschränkungen

Die Verwendung von FLARM unterliegt der eigenen Verantwortung und darf nur durch entsprechend sachkundige Personen nach eingehendem Studium mit dieser Anleitung vorgenommen werden. FLARM Technology übernimmt für irgendwelche Schäden oder Haftpflichtansprüche keinerlei Verantwortung.

FLARM darf nicht zur Navigation benutzt werden.

Der Einsatz von FLARM ist beschränkt auf nicht-kommerzielle Flüge unter VMC (Visual Flight Conditions).

FLARM ist als portables Gerät konzipiert. Ein Einbau hat die lokal geltenden Vorschriften zu beachten.

Die Verwendung von lizenz- und konzessionsfreien Funkbändern in der Luft unterliegt verschiedenen Einschränkungen, die sich teilweise national unterscheiden. Der Pilot und Nutzer von FLARM ist alleine verantwortlich, dass FLARM gemäss den lokal gültigen Bedingungen betrieben wird. Gegenwärtig besteht einzig in der Schweiz eine explizite Betriebsbewilligung des BAKOM. Der Pilot ist namentlich dafür verantwortlich, dass beim Betrieb in der Schweiz nach erfolgtem Einbau die vertikale Abstrahlung unterhalb des Flugzeugs 2.5 mW Pulsleistung nicht überschreitet. Bei ordnungsgemässem Einbau in einem Segelflugzeugcockpit unter Verwendung der internen $\lambda/4$ Stabantenne ist dies aufgrund des Designs in der Regel gewährleistet.

Ebenso hat der Pilot sicherzustellen, dass die automatische Abschaltung des internen Sendermoduls an der Schweizer Landesgrenze und ausserhalb der Schweiz aktiviert ist. Die Abschaltung ist bei der Auslieferung vorkonfiguriert. Sie kann jedoch durch den Piloten den lokalen Bedürfnissen und Regeln konfiguriert werden.

FLARM darf nicht in den USA und Kanada bzw. von Piloten der USA und Kanada bzw. in Flugzeugen, welche in den USA oder Kanada immatrikuliert und/oder versichert sind, betrieben werden. Ebenso ist der Betrieb von FLARM untersagt, wenn sich an Bord Personen mit Wohnsitz in den USA oder Kanada oder Staatsbürger der USA oder von Kanada befinden.